

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### II.1. Pengertian Manajemen Produksi

Dalam manajemen produksi melibatkan kegiatan manajemen dan produksi. Secara umum produksi dapat diartikan sebagai kegiatan atau proses yang mentransformasikan masukan (*input*) dengan menggunakan sumber-sumber daya untuk menghasilkan keluaran (*output*) yang dapat berupa barang atau jasa. Dalam arti sempit, pengertian produksi diartikan sebagai kegiatan yang menghasilkan barang jadi dan setengah jadi.

Pengertian produksi dalam ekonomi adalah kegiatan yang berhubungan dengan usaha untuk menciptakan dan menambah kegunaan (*utilitas*) suatu barang atau jasa. Pengertian manajemen sendiri adalah kegiatan atau usaha yang dilakukan untuk mencapai tujuan dengan menggunakan atau mengkoordinir kegiatan-kegiatan orang lain. Kegiatan manajemen ini dibutuhkan untuk mengatur dan mengkombinasikan faktor-faktor produksi yang berupa sumber daya dan bahan guna dapat meningkatkan kegunaan dari barang atau jasa tersebut secara efektif dan efisien dengan memanfaatkan ketrampilan atau *skill* yang dimiliki para manajernya.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan pengertian manajemen produksi adalah proses pencapaian dan penggunaan sumber-sumber daya untuk memproduksi atau menghasilkan barang-barang atau jasa yang berguna sebagai usaha untuk mencapai

tujuan dan sasaran organisasi (Assauri,1993). Sehubungan dengan hal tersebut, maka seorang manajer perlu membuat keputusan-keputusan yang berhubungan dengan usaha pencapaian tujuan. Oleh karenanya, manajer produksi harus mengolah sumber-sumber daya yang tersedia, tenaga kerja, bangunan dan persediaan.

## II.2. Pengertian Kombinasi Produk

Perusahaan bertujuan menghasilkan laba, oleh karena itu diharapkan dapat memproduksi barang atau jasa dengan berbagai jenis dengan menggunakan (*input*) yang sama. Untuk itu timbul masalah berupa jumlah yang optimal dari masing-masing jenis *output* yang dihasilkan, sehingga terjadi jenis dan jumlah produksi yang berbeda. Masalah ini sering dikaitkan dengan masalah kombinasi produk.

Kombinasi produk adalah suatu kombinasi barang-barang yang dijual oleh perusahaan. Penentuan kombinasi produk yang optimal berdasarkan tujuan perusahaan itu.

1. Kombinasi produk dikatakan optimal bila laba sudah sudah tidak dapat dinaikan dengan cara merubah dan mengurangi jumlah produk. Hal ini jika perusahaan ingin memaksimalkan laba.
2. Kombinasi produk dikatakan optimal bila kombinasi produk tersebut menghasilkan tingkat pertumbuhan penjualan yang tidak dapat dipercepat lagi dengan merubah campuran kobinasi produk. Hal ini jika perusahaan ingin meningkatkan penjualan.

Suatu kombinasi produk dikatakan kurang optimal apabila terdapat:

---

1. Kelebihan kapasitas produk
2. Kemerosotan penjualan atau laba

Pengertian kombinasi produk (Akhyari,1987) adalah apabila perusahaan memproduksi dan lebih dari satu produksi, sehingga selayaknya harus dapat menentukan berapa jumlah masing-masing jenis produk.

Apabila dari seleksi hasil produksi terdapat lebih dari satu produk yang diproduksi, sedangkan persyaratan teknis memungkinkan pula, maka disinilah muncul masalah kombinasi produk. Dalam memproduksi, perusahaan perlu memikirkan perbandingan antara produk yang satu dengan produk yang lain agar tercapai keuntungan yang maksimal dengan penggunaan sumber daya yang tersedia.

#### **II.2.1. Faktor-faktor yang Membatasi Kombinasi Produk**

Kombinasi produk yang optimal akan dipengaruhi atau dibatasi oleh beberapa faktor yaitu:

1. Tersedianya kapasitas mesin

Suatu perusahaan tidak akan memproduksi suatu barang dengan jumlah melebihi kemampuan mesin-mesin yang dimilikinya. Meskipun permintaan yang masuk pada perusahaan sangat besar, ataupun bahan baku yang tersedia sangat banyak melebihi kapasitas mesin, tidaklah mungkin memproduksi pada tingkat atas ambang batas maksimal kapasitas mesin-mesin produksi.

## 2. Tersedianya bahan baku

---

Jumlah bahan baku yang tersedia merupakan batasan dalam penentuan kombinasi produk. Produksi tidak akan berjalan bila bahan baku tidak tersedia secara memadai. Setiap satuan produk memerlukan sebuah bahan baku tertentu dan berbeda dengan keperluan untuk satuan produk lain.

## 3. Tersedianya faktor uang kas

Uang kas yang tersedia yang dimiliki perusahaan untuk keperluan produksi merupakan sumber pembiayaan segala keperluan perusahaan. Uang kas yang tersedia membatasi kemampuan perusahaan untuk memproduksi.

## 4. Batasan permintaan

Untuk menentukan besarnya permintaan produk akan sangat memerlukan peramalan, terutama peramalan penjualan. Peramalan ini menentukan berapa banyak masing-masing jenis barang dapat terjual pada tingkat harga tertentu.

## 5. Tersedianya faktor-faktor produksi lain

Faktor-faktor produksi yang lain yang dimaksud adalah segala sesuatu yang langsung atau tidak langsung mempengaruhi jalannya produksi. Misalnya ketersediaan tenaga kerja, bahan bakar, atau energi yang dibutuhkan untuk menjalankan mesin-mesin dan sebagainya.

### **II.2.2. Faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan kombinasi produk**

---

Perusahaan yang ingin menggunakan strategi kombinasi produk harus mengetahui faktor-faktor penting yang mempengaruhi perusahaan untuk memperluas atau mempersempit lini produksinya.

Faktor-faktor tersebut antara lain:

1. Perubahan- perubahan dalam pasar yang disebabkan:

a) Perubahan komposisi penduduk dan lokasi industri

Dengan adanya perubahan komposisi penduduk, perusahaan dapat mengubah lini produksinya disesuaikan dengan penduduk sekarang. Sementara lokasi industri dipengaruhi keputusan mengenai masalah pengangkutan bahan baku dan barang jadi hasil produksi.

b) Perubahan daya beli

Meningkatnya daya beli konsumen dapat mendorong perusahaan untuk memperluas lini produknya, dengan produk-produk berkualitas tinggi.

c) Perubahan tingkah laku konsumen

Perubahan sikap, motif, dan kebiasaan membeli akan mendorong perusahaan untuk memperluas atau mempersempit kombinasi produknya.

2. Tindakan dan reaksi pesaing

Untuk menghadapi persaingan secara lebih hebat, perusahaan dapat menurunkan lini produknya dan tindakan membanding-bandingkan harga

dapat dihindari. Perusahaan dapat juga mengadakan diversifikasi lini produknya untuk membebaskan diri dari keadaan yang sangat menekan tingkat keuntungannya.

### 3. Pengaruh pasar

Dua alasan untuk meningkatkan jumlah produk adalah:

- a) Meningkatkan penjualan dengan membuka pasar baru atau memperluas pasar yang ada.
- b) Menggunakan kemampuan pemasaran perusahaan secara lebih efisien dengan menggunakan taksiran yang baik.

### 4. Pengaruh produksi

Seringkali perusahaan ingin merubah kombinasi produknya agar penggunaan kapasitas produksinya dapat lebih efektif, sehingga dapat menurunkan ongkos produksi. Ini dapat dilakukan perusahaan apabila kapasitas produksinya belum maksimal. Dapat pula perusahaan menambah jenis produknya dengan macam produk yang sudah tidak dapat dibuatkan oleh perusahaan lain. Atau dapat juga dengan memanfaatkan limbah atau materi tidak terpakai yang seharusnya dibuang.

### 5. Pengaruh finansial

Ada beberapa alasan mengapa perusahaan ingin mengubah kombinasi produk karena alasan finansial:

a) Mendiversifikasikan resiko finansial. Beberapa faktor dapat

menjadikan suatu produk menjadi usang, maka perusahaan perlu membebankan resiko finansial pada beberapa produk.

b) Meningkatkan jumlah penjualan yang menguntungkan merupakan salah satu alasan perusahaan untuk memperluas kombinasi produk.

c) Meningkatkan kemampuan finansial perusahaan dalam membuat produk. Makin banyak produk yang dihasilkan, maka pembebanan ongkosnya dapat diberikan pada produk-produk tersebut. Atau mungkin sebaliknya, perusahaan dapat mempersempit lini produknya karena investasi pada fasilitas produksi dan penyimpanan terbatas.

## **II.3. Kualitas**

### **II.3.1. Pengertian Kualitas**

Kualitas merupakan faktor dasar yang mempengaruhi pilihan konsumen untuk berbagai jenis produk dan jasa yang berkembang pesat dewasa ini. Kualitas secara langsung akan mempengaruhi perkembangan dan pertumbuhan perusahaan, pengeluaran biaya produksi serta kemampuan untuk bersaing dalam pasar. Definisi kualitas pada awalnya banyak dipengaruhi oleh pendapat guru kualitas seperti Edward Deming, Joseph M. Juran dan Phillip B. Crosby.

## 1. Edward Deming

---

Deming mendefinisikan kualitas sebagai : *continuous improvement in a stable system*; maksudnya adalah seluruh proses dalam sebuah sistem (administrasi, perencanaan, produksi dan pemasaran) harus secara stabil dan terus-menerus memperbaiki diri agar mampu memenuhi kebutuhan konsumen (Schroeder, 2003 ). Ia terkenal dengan *The Deming Cycle* yang menghubungkan kualitas dalam seluruh kegiatan perusahaan melalui kegiatan *plan* (perencanaan) – *do* (produksi) – *check* (pengendalian) – *act* (tindak lanjut/pemasaran) - *analyze* (evaluasi dan analisis lebih lanjut (Goetsch & Davis, 2003).

Dalam *Deming Chain Reaction* ia juga menekankan bahwa kualitas berhubungan erat dengan biaya dan produktivitas. Kualitas akan mengurangi kesalahan (*defect*), cacat produk (*scrap*), pengerjaan ulang (*rework*) dan penundaan (*waiting time*). Hal ini akan mengurangi biaya dan meningkatkan produktivitas. Berproduksi dalam biaya rendah dengan produktivitas tinggi dengan menjaga nilai tambah merupakan pondasi bersaing yang kuat bagi sebuah perusahaan untuk bertahan dalam industri dan memperluas pangsa pasar (Evans & Lindsay, 2002).

## 2. Joseph M. Juran

Juran mendefinisikan kualitas sebagai "*fitness for use*", yaitu kesesuaian produk secara menyeluruh terhadap keinginan dan kebutuhan pasar. Ia menyusun konsep "*Quality Trilogy / Quality Process*" yang menjelaskan tentang:



- a. *Quality planning* : mempersiapkan dan memperinci tujuan kualitas .
- b. *Quality control* : mempertahankan tujuan kualitas selama proses operasional berlangsung.
- c. *Quality improvement* : melampaui tingkat yang diharapkan.

Dikemudian hari Juran bahkan menyusun sebuah alat pengendalian kualitas yang dikenal dengan Pareto diagram (Goetsch & Davis, 2003).

### 3. Phillip B. Crosby

Crosby memperkenalkan konsep “*zero defect as a performance standard*” yang artinya berproduksi dengan tepat disaat pertama. Hal ini menurutnya mungkin dicapai apabila proses terkonsentrasi pada pencegahan (*preventing*) dan bukan pada tindakan korektif (*inspection* ). (Chase et al., 2001). Berdasarkan teori-teori diatas, maka penulis menarik kesimpulan dalam mendefinisikan kualitas , yaitu bahwa kualitas :

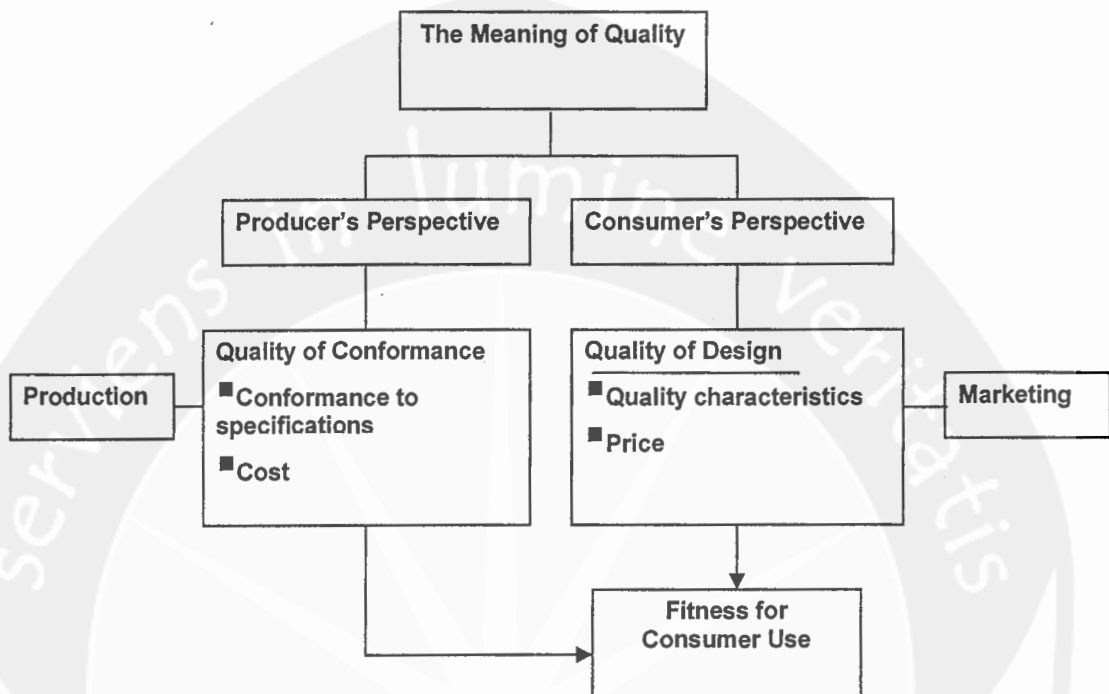
- a. Berhubungan sangat erat dengan tahap–tahap proses produksi barang dan jasa.
- b. Ditentukan oleh persepsi konsumen, mengenai bagaimana produk yang dikonsumsi mampu memenuhi harapan dan kebutuhan mereka.
- c. Dalam pengukuran kualitas secara kuantitatif, terdapat standar tertentu yang digunakan untuk menentukan apakah sebuah produk berkualitas atau tidak.

### II.3.2. Konsep Kualitas Pada Industri Manufaktur

Dari beberapa definisi kualitas yang telah dijabarkan, secara garis besar dapat ditarik kesimpulan bahwa kualitas adalah keseluruhan ciri atau karakteristik produk atau jasa dalam tujuannya untuk memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan. Secara umum, kualitas produk dan jasa itu akan dapat terpenuhi apabila orientasi seluruh kegiatan perusahaan berorientasi pada kepuasan pelanggan (*customer satisfaction*).

Arti kualitas sendiri dapat dipandang dari perspektif produsen dan perspektif konsumen, di mana bila kedua hal tersebut disatukan maka akan dapat tercapai kesesuaian antara kedua sisi tersebut yang dikenal sebagai kesesuaian untuk digunakan oleh konsumen. Menurut Russel (2003), hal ini dapat digambarkan seperti dalam gambar 2.1.

Gambar 2.1  
Dua Perspektif Kualitas



*Fitness for consumer use* (kesesuaian untuk digunakan) tersebut merupakan kesesuaian antara konsumen dengan produsen, sehingga dapat membuat suatu standar yang disepakati bersama dan dapat memenuhi kebutuhan dan harapan kedua belah pihak. Untuk itu, Garvin (1996), menguraikan dimensi kualitas untuk industri manufaktur sebagai berikut:

- a) *Performance*, yaitu kesesuaian produk dengan fungsi utama produk itu sendiri atau karakteristik operasi dari suatu produk.

- b) *Feature*, yaitu ciri khas produk yang membedakan dari produk lain yang merupakan karakteristik pelengkap dan mampu menimbulkan kesan yang baik bagi pelanggan.
- c) *Reliability*, yaitu kepercayaan pelanggan terhadap produk karena keandalannya atau karena kemungkinan rusaknya rendah.
- d) *Conformance*, yaitu kesesuaian produk dengan syarat atau ukuran tertentu atau sejauh mana karakteristik desain dan operasi memenuhi standar yang telah ditetapkan.
- e) *Durability*, yaitu tingkat keawetan produk atau lama umur produk.
- f) *Serviceability*, yaitu kemudahan produk itu bila akan diperbaiki atau kemudahan memperoleh komponen produk tersebut.
- g) *Aesthetic*, yaitu keindahan atau daya tarik produk tersebut.
- h) *Perception*, yaitu fanatisme konsumen akan merek suatu produk tertentu karena citra atau reputasi produk itu sendiri.

Kualitas pada industri manufaktur selain menekankan pada produk yang dihasilkan, juga perlu memperhatikan pada proses produksi. Bahkan yang terbaik adalah memperhatikan pada kualitas bukan pada produk akhir, melainkan pada setiap proses yang dilalui sampai produk akhir selesai, sehingga bila terjadi kesalahan dapat langsung diperbaiki sebelum proses produksi selesai. Dengan demikian produk akhir yang dihasilkan adalah produk yang bebas cacat dan tidak terjadi pemborosan karena pengerjaan ulang (*reworked*).

### II.3.3. Pengawasan Kualitas

Secara garis besar pengawasan kualitas dapat dibedakan menjadi tiga tingkatan. Hal ini disebabkan karena kegiatan pengawasan kualitas sangatlah luas sehingga semua pengaruh terhadap kegiatan pengawasan kualitas haruslah mendapat perhatian yang serius. Tiga tingkatan pengawasan kualitas tersebut, yaitu (Akhyari, 1987):

1. Pendekatan bahan baku perusahaan

Untuk menghasilkan produk yang baik tidak lepas dari peranan bahan baku (*input*) yang dipergunakan. Kualitas bahan baku yang tidak baik akan menghasilkan produk yang baik demikian pula jika kualitas bahan baku yang digunakan tidak baik akan menghasilkan produk yang kurang memuaskan. Selain kualitas bahan baku, ketersediaan bahan baku juga berpengaruh terhadap kelangsungan proses produksi. Oleh sebab itu, pengawasan kualitas bahan baku harus diperhatikan pula oleh perusahaan. Beberapa hal yang sebaiknya dikerjakan oleh manajemen perusahaan agar bahan baku yang diterima perusahaan terjaga kualitasnya, yaitu:

- Seleksi sumber bahan
- Pemeriksaan dokumen pembelian
- Pemeriksaan penerimaan bahan

2. Pendekatan proses produksi perusahaan

Untuk menjaga agar dalam proses produksi berjalan lancar dan tidak terjadi penyimpangan-penyimpangan yang tentu saja mempengaruhi hasil

produksi, maka selama proses produksi berlangsung harus tetap dilakukan pengawasan kualitas untuk menghindari adanya pengaruh-pengaruh dari dalam maupun luar perusahaan yang mungkin dapat mengganggu jalanya proses produksi dan dapat merubah kualitas produk.

### 3. Pendekatan produk akhir perusahaan

Walaupun perusahaan telah melakukan pengawasan kualitas bahan baku dan dalam proses produksi tidak menjamin bahwa produk akhir yang dihasilkan tidak rusak atau cacat (*defect*). Oleh karena itu diperlukan adanya pengawasan kualitas pada produk akhir untuk dapat memberikan tindakan yang tepat bagi peningkatan kualitas akhir. Perusahaan sebisa mungkin mengumpulkan informasi-informasi yang berkenaan dengan produknya dan melakukan koreksi terhadap produk perusahaan. Beberapa cara yang sering dilakukan untuk melaksanakan pengendalian kualitas dengan pendekatan produk akhir antara lain dengan memeriksa produk yang akan dijual ke pasar, memberikan petunjuk pemakaian, menyediakan suku cadang bagi produk tahan lama dengan harga yang terjangkau oleh konsumen.

## II.4 *Added Value (AV)* dan *Non Added Value (NAV)*

Setiap perusahaan pasti bertujuan untuk mendapatkan laba (*profit*) atau minimal untuk dapat bertahan hidup dalam persaingan bisnis. Untuk memperoleh profit, dapat melalui perluasan pangsa pasar (*market gain*) dan penghematan biaya produksi (*cost saving*). Untuk memperoleh *market gain* dan *cost saving*, maka

perusahaan harus menciptakan produk dengan kualitas yang sesuai dengan harapan konsumen sehingga (*target value*) produk akan laku terjual. Segala macam aktivitas, kegiatan, biaya dan hal lain yang tidak memiliki nilai tambah dan tidak berkontribusi positif terhadap tujuan akhir disebut dengan *non added value (NAV)* atau *waste*. Kualitas yang baik dapat diperoleh apabila tidak terdapat *non added value* pada setiap proses produksinya. Dengan tidak adanya *non added value* pada setiap proses produksi, maka *cost* akan minimum (*cost saving*) sehingga *loss* bagi perusahaan dan konsumen menjadi minimum. Untuk itu, perusahaan harus bisa menciptakan produk yang bernilai tambah (*added value*) dan mengeliminasi kegiatan menyebabkan produk tidak bernilai tambah (*non added value*) untuk mencapai *target value*. Dengan meningkatnya kepuasan konsumen maka loyalitas konsumen terhadap produk perusahaan tersebut akan semakin tinggi dan akan menghasilkan profit yang tinggi.

Berikut ini akan dijelaskan apa saja yang merupakan *non added value* dalam proses produksi, dan merupakan salah satu penyebab naiknya biaya-biaya produksi (tabel 2.1)

Tabel 2.1  
Tipe *non added value*

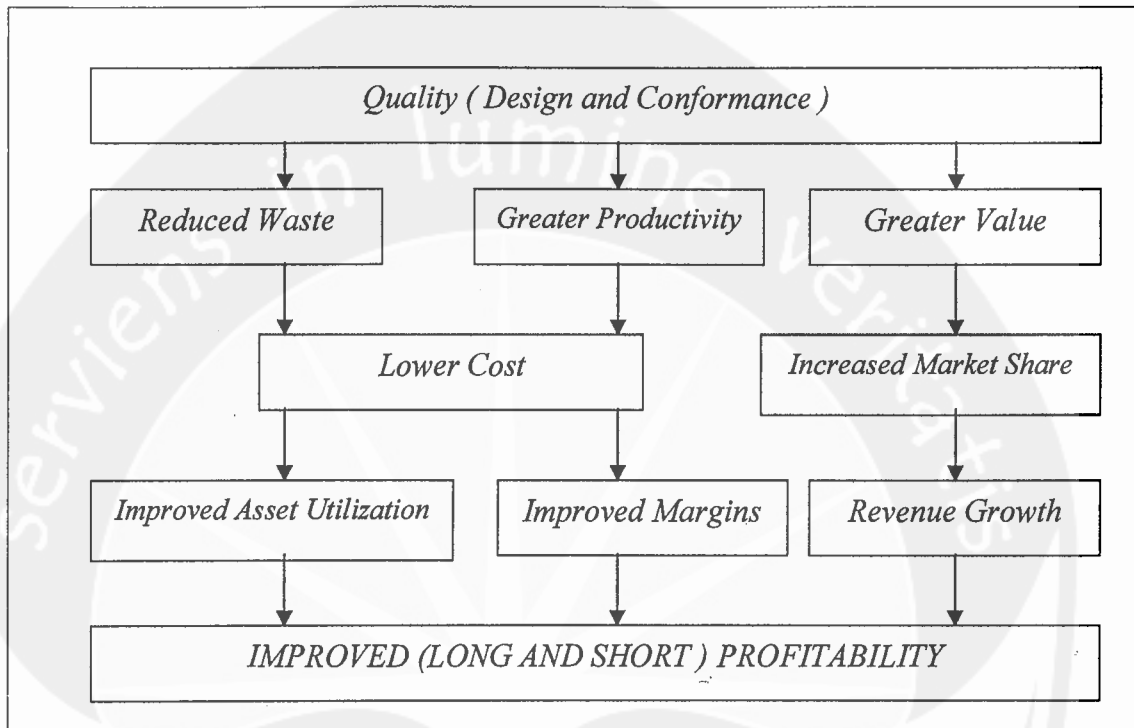
| Tipe NAV  | Definisi   | Contoh  |
|---|--|---|
| Produksi berlebih<br>( <i>over production</i> ) | Seluruh hal yang berhubungan dengan produksi lebih banyak dari yang dibutuhkan                                 | Metode produksi berdasarkan perkiraan persediaan yang tersisa di gudang, memproduksi lebih untuk menghindari <i>set up</i> , out put berlebihan karena pengukuran <i>batch</i> tidak tepat. |
| Transportasi<br>( <i>Transportation</i> )       | Perpindahan yang tidak bernilai tambah   | Barang yang keluar masuk tempat penyimpanan berulang-ulang, memindahkan bahan dari satu <i>workstation</i> ke yang lain.  |
| Gerakan<br>( <i>Movement</i> )                  | Gerakan seseorang yang tidak bernilai tambah   | Mencari peralatan di tempat yang berantakan, mengangkat beban dengan tangan.  |
| Menunggu<br>( <i>Waiting time</i> )             | Waktu kosong / tidak termanfaatkan ketika seseorang, sebuah mesin atau peralatan dalam keadaan tidak siap.     | Menunggu mesin menyala, menunggu mencetak kertas kerja, jeda selama inspeksi, jeda selama antri.  |
| Proses<br>( <i>Process</i> )                    | Kegiatan yang tidak bermanfaat dipandang dari sisi konsumen.   | Kertas kerja, toleransi terhadap spesifikasi yang berlebih, menggunakan alat kerja yang tidak sesuai dengan kebutuhan.  |
| Persediaan<br>( <i>Inventory</i> )              | Material dan bahan yang dimiliki perusahaan lebih dari yang dibutuhkan oleh konsumen.                          | Bahan mentah, barang dalam proses, produk akhir, komponen yang dipesan yang tidak digunakan namun menimbulkan biaya tersendiri.   |
| Kesalahan<br>( <i>Defect</i> )                  | Pekerjaan atau barang yang mengandung kesalahan, pengerjaan ulang, atau tidak mengandung sesuatu yang penting. | <i>Scrap</i> , kesalahan, produk cacat, <i>reject</i> , variasi, <i>rework</i> , bagian yang lepas.   |

(Sumber: Allan Powel, *Find the 7 Main Profit Wastes*)  
<http://captechvipservices.com/pdfsources/auditofferfly0105.pdf>



Pemahaman diatas, apabila dirangkum kedalam sebuah bagan maka :

Gambar 2.2  
*Chain Reaction of Quality*

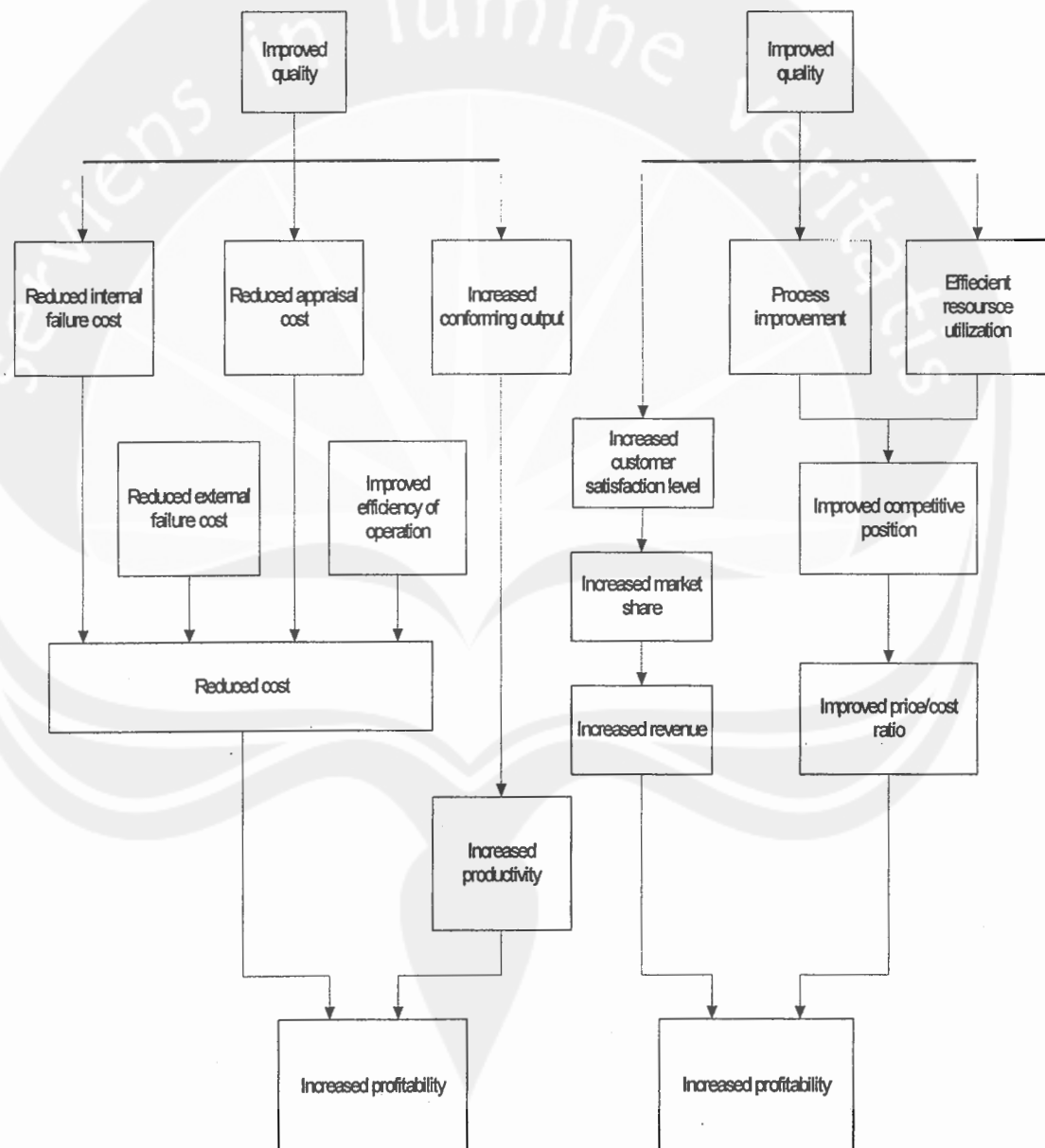


(Sumber : Schroeder, 2003)

Kesimpulan yang dapat diambil disini adalah bahwa sebuah proses produksi yang tidak menghasilkan *waste / non added value* akan menghasilkan produk akhir dengan tingkat variasi dan biaya-biaya yang rendah. Dengan demikian suatu produk yang dapat memenuhi persepsi subjektif konsumen adalah produk yang mampu memenuhi nilai target (kebutuhan dan keinginan) konsumen dalam harga yang terjangkau. Produk yang demikian akan dinilai berkualitas oleh konsumen.

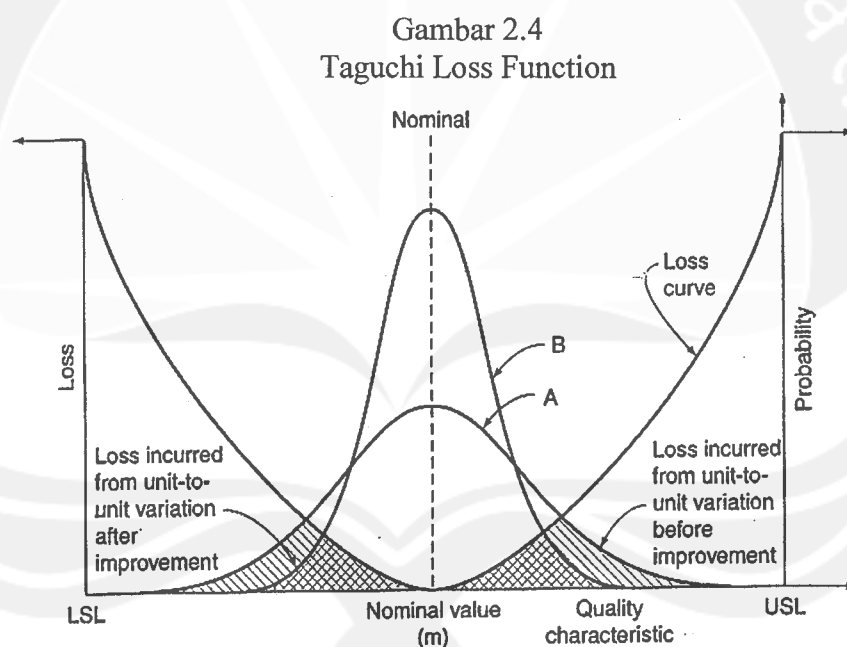
Hubungan perbaikan kualitas terhadap peningkatan profit dapat dilihat pada gambar 2.3.

Gambar 2.3  
*Effect of quality on productivity and profitability*



(Sumber: Amitava Mitra, 1998)

Genichi Taguchi mengatakan bahwa kerugian ekonomi akan bertambah apabila terjadi penyimpangan dari *target value*. Pencapaian *target value* akan mendapatkan pujian dari konsumen dan tidak menghasilkan kerugian. (Amitava Mitra, 1998). Taguchi berpendapat bahwa konsumen akan merasa sangat tidak puas seiring dengan karakteristik kualitas yang semakin jauh dari harapan. Semakin kecil penyimpangan maka semakin kecil pula kerugiannya. Hal ini dapat dijelaskan dari *Loss Function* yang diciptakan Taguchi seperti yang terlihat pada gambar 2.4 di bawah ini.



Sumber: Howard S. Gitlow, Alan J. Oppenheim, Rosa Oppenheim dan David M. Levine, 2005: 18

Dari *Taguchi Loss Function* di atas, pengurangan variasi per unit secara terus-menerus di sekitar nilai nominal merupakan jalan yang paling ekonomis. Pada gambar tersebut, A merupakan distribusi output dari suatu proses sebelum perbaikan

kualitas. Sedangkan B merupakan distribusi output dari proses setelah perbaikan kualitas. Dengan kualitas yang sesuai dengan harapan konsumen (*target value*), maka *loss* akan menjadi minimal. *Loss* akan meningkat jika banyak terjadi aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non added value*) pada proses produksi dan mengakibatkan konsumen tidak puas dengan produk tersebut. Maka sangatlah penting untuk menciptakan produk yang bernilai tambah (*added value*) sehingga persepsi dan loyalitas konsumen terhadap produk dan perusahaan semakin meningkat. Dan sebagai hasilnya dapat meningkatkan profit perusahaan.

## **II.5. Theory of Constraints (TOC) atau Teori Kendala**

### **II.5.1. Konsep Dasar Teori Kendala**

*Optimized Production Technology* (OPT) pertama kali diperkenalkan oleh seorang ilmuwan berkebangsaan Israel, Dr.Eliyahu M.Goldratt, dalam bukunya yang berjudul "*The Goal: A Process of Ongoing Improvement*", yang ditulis pada tahun 1986 (Fogarty,1991). Konsep OPT menekankan pada optimasi pemanfaatan stasiun konstrain, sehingga metode ini juga dikenal dengan nama *Theory of Constraints* (TOC) atau Teori Kendala. OPT merupakan suatu teknik untuk optimasi penjadwalan produksi yang bertujuan untuk meningkatkan hasil produk jadi keseluruhan yang terjual (*throughput*), mengurangi persediaan (*inventory*), dan mengurangi biaya operasional (*operational expenses*). Dalam OPT, Goldratt telah membuat konsep yang memasukan filosofi manajemen dalam perbaikan berdasarkan pengidentifikasian kendala-kendala untuk meningkatkan keuntungan.

Dasar dari TOC adalah bahwa setiap organisasi mempunyai kendala-kendala yang menghambat pencapaian kinerja (*performance*) yang tinggi. Kendala-kendala ini seharusnya diidentifikasi dan diatur untuk memperbaiki kinerja. Biasanya jumlah kendala terbatas, dan ini tidak pasti kendala kapasitas. Jika suatu kendala telah terpecahkan, maka kendala berikutnya dapat diidentifikasi dan diperbaharui.

Dalam mengimplementasikan ide-ide sebagai solusi dari suatu permasalahan, Goldratt mengembangkan lima langkah yang berurutan agar proses perbaikan lebih terfokus dan memberikan pengaruh positif yang lebih baik bagi sistem. Langkah-langkah tersebut adalah (Dettmer, 1997):

1. Identifikasi sumber daya kendala (*constraints*) dalam sistem. Tahap ini mengidentifikasi sumber daya *bottleneck* dalam sistem. Dan memprioritaskannya menurut pengaruhnya terhadap tujuan. Walaupun mungkin ada banyak kendala dalam satu waktu, biasanya hanya sedikit kendala yang sesungguhnya dalam sistem itu.
2. Putuskan bagaimana menghilangkan kendala tersebut. Pada tahap ini ditentukan bagaimana menghilangkan kendala yang telah ditemukan dengan mempertimbangkan perubahan dengan biaya terendah.
3. Subordinatkan sumber daya lain terhadap sumber yang ditetapkan sebagai kendala. Setelah ditemukan, lalu putuskan apa yang akan dilakukan terhadap kendala tersebut masih menjadi kendala pada performansi sistem atau tidak. Jika tidak, dapat langsung ke langkah 5, namun jika sistem masih memiliki kendala, lanjutkan ke langkah 4.

4. Evaluasi kendala. Jika langkah ini dilakukan, maka langkah ke-2 dan ke-3 tidak berhasil menangani kendala. Maka harus ada perubahan besar dalam sistem seperti re-organisasi, perbaikan modal, atau modifikasi substansi sistem.
5. Kembali ke langkah 1, namun tetap waspada terhadap inersia. Jika langkah ke-3 atau ke-4 telah dipecahkan maka kembali ke langkah 1 untuk mengulangi siklus. Namun inersia harus tetap diwaspadai, yaitu suatu solusi yang menimbulkan kendala lain muncul. Perlu diketahui bahwa siklus ini tidak akan berhenti.

Menurut Goldratt (Dettmer, 1997) tujuan perusahaan adalah menghasilkan uang (*to make money*), walaupun banyak orang yang kurang sependapat dengannya. Ia beralasan bahwa suatu organisasi boleh memiliki berbagai tujuan (seperti: penyediaan lapangan kerja, menggunakan bahan baku, meningkatkan penjualan, meningkatkan pangsa pasar, dan mengembangkan produk berkualitas tinggi), namun semua ini tidak menjamin kelangsungan hidup perusahaan jangka panjang. Semua itu hanyalah sebagai pencapaian tujuan, dan bukan tujuan itu sendiri.

*Optimized Production Technology* dimulai dari suatu model yang didapatkan dari seluruh sumber daya yang ada, dikonversikan ke dalam *Bill of Material* dengan menggunakan rute aliran tertentu dalam jaringan proses, serta dengan mengidentifikasi titik kritis atau *bottleneck* yang diperkirakan untuk dapat menghasilkan penjadwalan yang optimal.

### II.5.2. Ukuran Kinerja Dalam Teori Kendala

Menurut Goldratt (Dettmer, 1997), tujuan utama perusahaan adalah menghasilkan laba untuk saat ini dan selanjutnya. Ukuran kerja finansial yang penting adalah keuntungan bersih, *Return of Investment* atau tingkat pengembalian modal, dan aliran kas (*cash flow*). Langkah ini menyatakan bahwa kendala harus diangkat, sehingga dapat diambil tindakan untuk mengurangi pengaruhnya terhadap hasil (*throughput*), persediaan, dan biaya operasi. Hasil didefinisikan sebagai tingkat dimana sistem dapat menghasilkan uang melalui penjualan (bukan produksi).

Beberapa pokok persoalan *TOC*:

1. Tujuan perusahaan adalah untuk menghasilkan uang.
2. Kriteria kinerja.
3. Usaha penyeimbangan kapasitas, bukanlah langkah yang tepat, namun yang perlu dilakukan adalah penyeimbangan aliran produksi pada sistem.
4. Membedakan sumber *bottleneck* dan *non bottleneck*.

### II.5.3. Kriteria Pengukuran Operasional

Pengukuran dari sudut pandang operasional, meliputi:

1. *Throughput*, yaitu suatu pengukuran untuk menghasilkan uang melalui penjualan produk jadi (bukan produk jadi berupa persediaan). Penjualan-penjualan aktual harus terjadi.
2. Persediaan, yaitu semua uang yang diinvestasikan dalam pembelian segala sesuatu sampai diharapkan semua produk itu terjual. Dapat berupa bahan

baku, komponen atau atau produk jadi yang belum terjual, tetapi tidak termasuk tenaga kerja dan *overhead*.

3. Biaya operasional, yaitu semua uang yang dikeluarkan sistem dalam perubahan persediaan menjadi *throughput*. Ini termasuk biaya-biaya lain, juga tenaga kerja langsung dan tidak langsung, biaya simpan, depresiasi peralatan dan lain-lain.

Pendefinisian *throughput* secara khusus di atas merupakan cara untuk mencegah sistem terus berproduksi di bawah ilusi bahwa produk-produk yang mungkin meningkatkan biaya-biaya, membentuk persediaan dan menghasilkan kas. Dari sisi operasional, tujuan perusahaan adalah meningkatkan *throughput*, dengan mereduksi persediaan dan mereduksi biaya-biaya operasional.

Dengan memperhitungkan pengukuran-pengukuran di atas, maka pengukuran produktivitas yang semula menggunakan rumus:

$$\text{Pr oductivity} = \frac{\text{output}}{\text{input}}$$

Berubah menjadi :

$$\text{Pr oductivity} = \frac{\text{Throughput}}{\text{input}}$$



Produktivitas yang pada dasarnya berkaitan dengan sistem produksi adalah sistem dimana faktor input dikelola dalam suatu cara yang terorganisir untuk mewujudkan barang (*finished goods product*) atau jasa secara efektif dan efisien.

Ukuran di atas didefinisikan untuk memfokuskan pengambilan keputusan kepada kegiatan yang mampu meningkatkan keuntungan, karena ukuran tersebut memiliki pengaruh yang kuat terhadap keuntungan bersih dan *ROI*. Sekali fokus kita tertuju pada hasil, kita dapat menentukan kendala apa saja yang dapat menghambat meningkatnya hasil keuntungan

#### II.5.4. Aturan Umum Dalam Konsep Teori Kendala

Aspek-aspek yang perlu diperhatikan dalam pemanfaatan teori kendala tidak hanya pengendalian *buffer* (penyangga) di stasiun konstrain. Keberhasilan penerapan teori kendala akan ditentukan oleh keberhasilan penerapan 9 prinsip dasar, yaitu: (Jones,1990)

1. Berdasarkan keseimbangan aliran, bukan keseimbangan kapasitas. Diasumsikan perusahaan memiliki kapasitas tidak seimbang dengan jumlah permintaan pasar, karena keseimbangan kapasitas menghambat pencapaian tujuan perusahaan.
2. Tingkat utilisasi sumber daya *nonbottleneck* tidak ditentukan oleh potensinya, tetapi oleh stasiun kerja *bottleneck* atau sumber daya kritis lainnya.
3. Penggunaan (utilisasi) dan pengaktifan (aktivitasi) sumber daya adalah tidak sama.

4. Setiap jam yang hilang dalam *bottleneck* adalah kehilangan jam secara keseluruhan.
5. Penghematan setiap jam dalam *bottleneck* adalah keuntungan besar yang sulit dicapai.
6. *Bottleneck* mempengaruhi *throughput* dan persediaan.
7. *Batch transfer* tidak harus sama dengan *batch proses*.
8. *Batch proses* seharusnya bervariasi dan tidak tetap.
9. Prioritas dapat diuji dengan menguji kendala sistem, dengan *lead time* yang diturunkan dalam penjadwalannya.

*Batch process* adalah jumlah produk yang telah diproses pada suatu sumber sebelum mengubah untuk menghasilkan sebuah produk yang berbeda. *Batch transfer* adalah jumlah unit yang dipindahkan pada waktu yang sama dari satu sumber ke sumber berikutnya. *Batch transfer* frekuensinya tidak harus sama dengan *batch process*. Dan untuk menyeimbangkan aliran produksi maka *batch transfer* seharusnya lebih kecil.

Sebuah *batch process* pada suatu *non bottleneck* dapat lebih kecil dari pada *batch process* yang melewatinya, karena kelebihan kapasitas yang tersedia untuk menghabiskan lebih banyak untuk *set-up*. Pada *bottleneck*, *batch process* harus sekecil mungkin dan frekuensi sama dengan *batch transfer*.

### II.5.5. *Drum-Buffer-Rope*

*Drum-Buffer-Rope* adalah suatu aplikasi konsep Teori Kendala dalam industri manufaktur. DBR dimaksudkan untuk memecahkan masalah keterbatasan kapasitas di rantai produksi. Permasalahan tidak tercapainya kapasitas yang umumnya terjadi adalah ketidakseimbangan lini produksi sehingga terjadi penumpukan produksi pada lini tertentu, atau bisa disebut *bottleneck*.

*Bottleneck* merupakan salah satu kendala (*constraints*) dalam Teori Kendala dan untuk mengatasi permasalahan ini digunakan konsep *Drum-Buffer-Rope*. Konsep DBR dalam sistem produksi dapat dinyatakan sebagai usaha untuk menghasilkan produk sebanyak-banyaknya dengan *lead time* yang rendah dan persediaan di setiap stasiun yang rendah. Aplikasi *Drum-Buffer-Rope* dilakukan jika perusahaan mengasumsikan tidak menambah fasilitas produksi untuk menyeimbangkan lini produksi atau perusahaan menghadapi kendala modal untuk pengadaan mesin baru.

Untuk memahami *Drum-Buffer-Rope* dapat dijelaskan sebagai berikut: *Drum*, merupakan stasiun dengan kapasitas terendah atau konstrain dalam sistem produksi. Stasiun ini akan menentukan laju produksi (*throughput*) dari sistem. Karena stasiun ini menjadi penentu laju produksi keseluruhan sistem, maka stasiun kerja ini perlu mendapatkan perlindungan terhadap fluktuasi dan gangguan yang selalu terjadi dalam sistem produksi. Perlindungan yang diberikan mempunyai tujuan agar stasiun konstrain tidak mengganggu akibat fluktuasi stasiun-stasiun kerja sebelumnya. Perlindungan ini dilakukan dengan memberikan *Buffer* (penyangga) yang ditempatkan di depan stasiun konstrain (*constraint buffer*). Penyangga ini juga

berfungsi agar laju produksi tidak oleh gangguan yang terjadi dalam sistem produksi, oleh karena itu penyangga ini juga dikenal sebagai penyangga pelindung (*protective buffer*). *Buffer* atau penyangga terdiri dari dua macam, yaitu:

1. *Time Buffer*, yaitu waktu yang dijadikan penyangga dengan tujuan untuk melindungi laju produksi (*throughput*) sistem dari gangguan yang selalu terjadi dalam sistem produksi.
2. *Stock Buffer*, yaitu produk akhir maupun produk antara yang dijadikan penyangga dengan tujuan untuk memperbaiki kemampuan menganggapi sistem produksi terhadap permintaan, sehingga sistem mungkin untuk menyelesaikan produk di bawah waktu penyelesaian normalnya.

Berdasarkan kedua definisi *buffers* di atas, maka tipe *buffer* (penyangga) yang paling sesuai untuk dijadikan penyangga di stasiun konstrain adalah *time buffer*., karena tujuan dari *time buffer* adalah melindungi laju produksi dari gangguan internal yang muncul. *Inventory* yang terjadi di stasiun konstrain tampak seperti *stock buffer* untuk melindungi stasiun konstrain, tetapi sesungguhnya inventori itu muncul karena setiap order diberikan *time buffer* di stasiun konstrain sehingga order tiba sebelum jadwalnya.

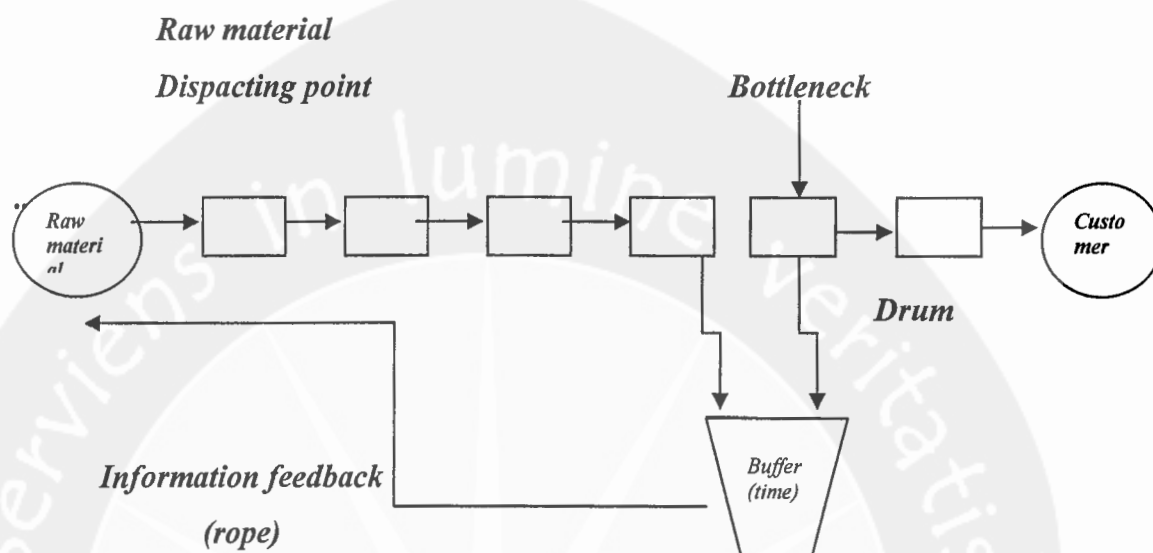
Penyangga dapat ditempatkan di semua bagian dalam sistem produksi, tetapi stasiun-stasiun non konstrain tidak perlu diberikan penyangga, karena stasiun-stasiun itu masih memiliki kelebihan kapasitas (*excess capacity*), yang akan berfungsi seperti penyangga bagi stasiun tersebut. Kelebihan kapasitas inilah yang menjadi pelindung

terhadap fluktuasi yang sering terjadi pada stasiun-stasiun lainnya, oleh karena itu kapasitas berlebih juga disebut sebagai kapasitas pelindung (*protective capacity*). Kelebihan kapasitas yang dimiliki oleh stasiun kerja memberikan kemampuan stasiun tersebut untuk meningkatkan laju produksi saat dibutuhkan.

Penghubung antara laju produksi pada stasiun konstrain dengan titik awal pengolahan bahan baku disebut sebagai *rope*. *Rope* merupakan prosedur atau jadwal produksi yang diatur untuk menghindari terjadinya kendala dalam produksi.

Adanya *rope* ini akan mengurangi jumlah persediaan yang terjadi pada setiap stasiun kerja dan menjaganya pada tingkat tertentu yang sesuai, karena setiap stasiun kerja akan melakukan produksi sesuai dengan kebutuhan stasiun konstrain, bukan sesuai kapasitasnya. Penentuan *rope* juga menjadi titik kritis dalam penerapan *Drum-Buffer-Rope*, karena *rope* mengatur aliran material yang masuk ke stasiun konstrain untuk menghindari kemacetan dan penumpukan pada konstrain.

Gambar 2.5  
Konsep *Drum-Buffer-Rope*



Berkaitan dengan kendala sumber-sumber internal, Chase mengistilahkan kendala tersebut sebagai *Capacity Constraints Resource (CCR)* atau sumber daya berkendala kapasitas, adalah sumber daya yang jika tidak dijadwalkan sebagai mana mestinya, akan dapat menghambat kapasitas produk yang menyimpang dari perencanaan aliran semula. Sumber daya berkendala kapasitas biasanya berupa *bottleneck*, tetapi *nonbottleneck* juga dapat, jika tidak dikelola secara tepat.

Sumber daya berkendala kapasitas tidak hanya jenis kendala yang dapat menghambat kinerja. Kendala pasar juga dapat menghambat penggunaan secara penuh sumber daya yang tersedia. Peningkatan pasar akan meningkatkan *throughput* dan *net profit*. Kendala-kendala material juga dapat menghambat penggunaan sumber

daya. Jika kapasitas lebih besar dari aliran *throughput* dengan kendala material, material-material yang lebih banyak akan meningkatkan *throughput* dan *profit*.

Kendala di sini akan termasuk perencanaan dan pengendalian fungsi-fungsi seperti masukan pesanan dan sistem pengendalian material. Waktu yang lama dalam pesanan yang masuk dan penjadwalan dapat menjadi kendala pada kemampuan perusahaan untuk memenangkan order-order dalam pasar, melalui pelayanan pelanggan secara tepat. Kendala kebijakan yang melibatkan kegiatan manajerial juga dapat menghambat ukuran *batch* menggunakan *EOQ* atau proses matematika lain.

#### II.5.6. *Bottleneck dan Non-bottleneck*

*Bottleneck* adalah sumber yang kapasitasnya sama atau lebih kecil dari permintaan yang ada padanya. Sedangkan *non-bottleneck* adalah sumber yang kapasitasnya lebih besar dari yang kapasitasnya lebih besar dari permintaan yang ada padanya (Chase, 1992). Untuk menggambarkan interaksi sumber daya secara mendasar, Goldratt menandai *bottleneck* dengan "X" dan *non-bottleneck* dengan "Y".

Di sini ada dua bangunan blok, yaitu X dan Y, yang hasilnya ada lima hubungan dasar, yaitu :

1. Y ke X : Aliran dari *non-bottleneck* ke *bottleneck*.



Y dapat diaktifkan hanya untuk memenuhi kebutuhan X.

2. X ke Y : Aliran dari *bottleneck* ke *non-bottleneck*.



Karena Y dapat memproses lebih cepat dibanding X, akan terjadi *idle time* (waktu menganggur). Y hanya dapat diaktifkan untuk mengikuti kebutuhan X.

3. Y1 ke Y2 : Aliran dari satu *non-bottleneck* ke *non-bottleneck* yang lain.



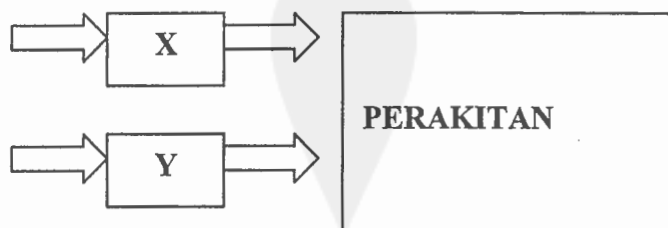
Kedua sumber daya diaktifkan hanya untuk memenuhi permintaan pasar, atau kendala lain dalam sistem.

4. X1 ke X2 : Aliran dari satu *bottleneck* ke *bottleneck* yang lain.



*Bottleneck* yang kendalanya lebih kecil, diaktifkan untuk memenuhi *bottleneck* yang kendalanya lebih besar.

5. X dan Y : *Bottleneck* dan *non-bottleneck* diumpankan ke perakitan.





Perakitan tidak dapat dilakukan sampai seluruh komponen tersedia. Jadi kecepatan suatu sumber daya harus di set agar sesuai dengan X.

## II.6 Kapasitas

Kapasitas sering berhubungan dengan batas rata-rata *output*. Kapasitas adalah suatu keluaran, suatu kuantitas keluaran dalam periode tertentu dan merupakan kuantitas keluaran tertinggi yang mungkin selama periode waktu itu.

Pengukuran kapasitas disesuaikan dengan keadaan perusahaan. Banyak perusahaan yang memproduksi lebih dari satu produk, atau dengan kata lain tidak homogen. Atas dasar hal tersebut, penting bagi perusahaan untuk mempertimbangkan konsep campuran produk (*product mix*) ketika menyusun rencana untuk masa mendatang, yaitu dengan merinci kapasitas masing-masing jenis dan ukuran produk secara individual.

Menurut (Fogarty, 1991) kapasitas dapat diartikan sebagai berikut:

- a) Dalam pengertian umum, adalah jumlah keseluruhan muatan kerja.
- b) Tingkat hasil tertinggi, yang paling mungkin tercapai dengan spesifikasi produk, buran produk, tenaga kerja, dan peralatan yang ada sekarang.

Sedangkan (Chase, 1992) memberikan pengertian kapasitas sebagai waktu yang tersedia untuk berproduksi, termasuk perawatan dan waktu menganggur lainnya (*down time*).

## II.7. Pengukuran Sigma, % Defect, dan Part per Million (Six Sigma)

Six Sigma/ $6\sigma$  adalah sebuah metode sistematis yang digunakan untuk mengukur dan meningkatkan kualitas produk, agar dapat memproduksi dengan tingkat *zero defect* dan mencapai peningkatan terus menerus (*continuous improvement*) demi tercapainya kepuasan konsumen (Bhote, 2002).

Dalam  $6\sigma$  dilakukan pengukuran *process sigma*, dimana nilai sigma merupakan indikasi korelasi dari kesalahan per satu juta item produksi, yang menggambarkan tingkat kualitas sebuah produk dalam memenuhi spesifikasi keinginan dan kebutuhan konsumen. Notasi sigma dalam  $6\sigma$  merupakan indikator kualitas dimana semakin besar sigma maka kesalahan produksi – baik yang dinyatakan dalam % *defect* maupun *part per million* akan semakin kecil.

Istilah *PPM (part per million) / DPMO ( Defect Per Million Opportunity )* digunakan untuk menunjukkan kesalahan (*defect*) yang mungkin terjadi dalam satu juta item yang diproduksi.

Six Sigma mengasumsikan terjadinya pergeseran sebesar  $1,5\sigma$  dari nilai tengah proses. Baik dalam grafik distribusi normal yang sudah atau belum bergeser, tiap tingkat sigma memiliki standar kesalahan tertentu pada setiap 1.000.000 item produksi. Pada tingkat  $6\sigma$ , kesalahan yang terjadi mendekati nilai nol (*zero defect*), yaitu sebesar 3,4 *PPM* (Bhote, 2002). Berikut ini akan ditampilkan tabel konversi nilai sigma terhadap *PPM* yang terjadi dan % *yield* (produktivitas) yang dihasilkan.

Tabel 2.2  
Konversi Nilai Sigma, % Defect dan % Yield

| <i>Specification Limit</i> | <i>% defect (1,5 <math>\sigma</math> shift)</i> | <i>% Yield</i> |
|----------------------------|---|----------------|
| $\bar{X} \pm 1\sigma$      | 69.15   | 30,85          |
|                            | 691.462 PPM                                     |                |
| $\bar{X} \pm 2\sigma$      | 30.85   | 69,15          |
|                            | 308.563 PPM                                     |                |
| $\bar{X} \pm 3\sigma$      | 6.68  | 93,3           |
|                            | 66.807 PPM                                      |                |
| $\bar{X} \pm 4\sigma$      | 0.621   | 99,38          |
|                            | 6.210 PPM                                       |                |
| $\bar{X} \pm 5\sigma$      | 0.0233  | 99,977         |
|                            | 233 PPM   |                |
| $\bar{X} \pm 6\sigma$      | 0.00034   | 99,99966       |
|                            | 3.4 PPM   |                |

(Sumber: <http://searchwww.isixsigma.com/library/content/sigmatable.asp>, diolah )

## II.8. Produktivitas

Produktivitas adalah suatu ukuran keefektifan perusahaan dalam mengolah input menjadi output. Produktivitas dapat dicari dengan rumus (Roberta S. Russel dan Bernard W. Taylor III, 2003):

$$Pr oductivity = \frac{output}{input}$$

*Product yield* adalah ukuran output yang digunakan sebagai indikator produktivitas. *Product yield* dapat dicari dengan rumus (Roberta S. Russel dan Bernard W. Taylor III, 2003) :

$$Yield = (total\ input) (\% \text{ good units}) + \\ (total\ input) (1 - \% \text{ good units}) (\% \text{ reworked})$$

$$Y = (I) (\%G) + (I) (1 - \%G) (\%R)$$

dimana:

I = jumlah produk yang direncanakan pada awal proses produksi

% G = persentase produk baik

% R = persentase produk rusak atau *reworked*

Dengan menghitung *product yield*, maka dapat diketahui bagaimana tingkat produktivitas perusahaan yang telah dicapai

## II.9. Value Stream Mapping

*Value Stream Mapping (VSM)* adalah sebuah metode visual pemetaan proses produksi yang mengidentifikasi dan mengurangi *non added value* (segala aktivitas, biaya, sumber daya dan hal lain yang tidak memiliki nilai tambah) sampai tingkat terendah. Analisis *VSM* menggunakan simbol-simbol dalam *flowchart* Visio 2007 sebagai representasi peta aliran material, tahap/kegiatan, data maupun peralatan yang digunakan selama proses produksi.

Dalam pengaplikasiannya, metode *value stream mapping* secara visual memetakan aliran (*flow chart*) material dan informasi dari produk pertama kali masuk sebagai bahan baku, melalui semua tahap proses produksi, dan didistribusikan sebagai produk akhir. Memetakan semua aktivitas pada proses produksi dapat digunakan sebagai titik awal untuk membantu manajemen, *engineers*, *production*

*associate, scheduler, supplier, dan customer mengenali waste dan mengidentifikasi penyebabnya. Sebagai hasilnya, value stream mapping biasanya digunakan sebagai alat komunikasi, tetapi juga digunakan sebagai strategic planning tools dan management change tools.*

Untuk membantu mengidentifikasi *waste*, Taiichi Ohno membagi *waste* menjadi tujuh kategori, yaitu:

1. *Overproduction*
2. *Waiting*
3. *Transport*
4. *Inappropriate processing*
5. *Unnecessary inventory*
6. *Unnecessary motion*
7. *Defects*

## **II.10. Prinsip-Prinsip Pengeringan Kayu**

Sebagaimana diketahui bahwa produk meubel yang bermutu baik sangat ditentukan oleh mutu bahan baku kayu yang digunakan. Salah satu tolak ukur yang menentukan mutu kayu adalah kadar air kayu tersebut. Semakin rendah kadar air kayu maka semakin baik untuk menghasilkan meubel yang bermutu tinggi.

Sebagai gambaran kadar air yang diminta untuk tujuan pasar Eropa adalah sebagai berikut:

| Tujuan penggunaan  | Kadar air (%) |
|--|---------------|
| • Kayu bahan bangunan  | 15 - 20       |
| • Kayu bantalan kereta api dan kayu untuk tujuan eksterior<br>(tempat terbuka)           | 13 - 16       |
| • Jendela dan pintu utama (luar)   | 12 - 15       |
| • Meubel/perabot dapur dan ruang tidur dengan pemanas ruang                              | 10 - 12       |
| • Meubel ruang tinggal dan kantor dengan sistem pemanas ruang                            | 8 - 10        |
| • Meubel atau bagian interior yang dekat dengan pemanas atau<br>ruang berpemanas sentral | 8 - 10        |
| • Kotak radio, televisi, dan meja piano  | 6 - 8         |
| • Parket (lantai kayu)   | 6 - 8         |
| • Alat-alat atau bagian alat musik dari kayu   | 5 - 7         |

(Sumber : Budiarto,1999)

Alat pengering kayu (*kiln dryer*) dibuat untuk mendapatkan beberapa nilai positif yang tidak dapat dicapai oleh sistem pengeringan alami, misalnya:

1. Kadar air kayu dapat dikeringkan sampai jauh di bawah 10%.
2. Proses pengeringan tidak tergantung pada panas matahari maupun musim.

3. Waktu pengeringan relatif singkat bila dibandingkan dengan sistem pengeringa alami sehingga kapasitas produksi bisa ditingkatkan.
4. Kelancaran proses pengeringan dapat dihandalkan sehingga kelancaran produksipun mudah ditargetkan.
5. Dapat menanggulangi atau mencegah timbulnya jamur, bahkan ada sistem buatan yang dapat dipakai untuk mengawetkan kayu dengan bahan pengawet kimiawi (*impregnasi*) dan ada juga yang dapat sekaligus memudahkan warna kayu dengan bahan kimia (*bleaching*).

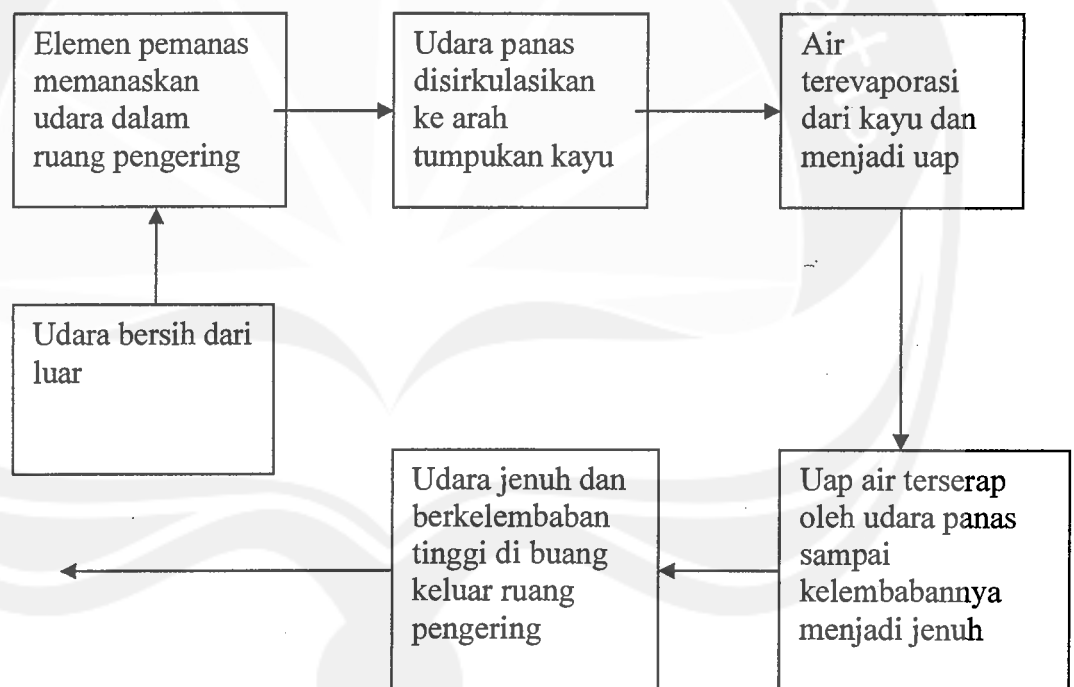
Secara umum sistem pengeringan kayu dibedakan menjadi dua macam, yaitu sistem pengeringan alami dan sistem pengeringan buatan. Sistem pengeringan alami adalah suatu sistem pengeringan yang di dalamnya unsur-unsur pengering berupa suhu udara, sirkulasi udara dan kelembaban udara yang terlibat dalam proses pengeringan diperoleh secara alami dari atmosfer di sekitar kayu. Sedangkan sistem pengeringan buatan dapat dibedakan menjadi tiga sistem utama, yaitu: sistem *dehumidifier*, sistem konvensional, dan sistem vakum.

Prinsip sistem *dehumidifier* adalah pemanasan udara agar kandungan air dalam kayu ter evaporasi keluar. Air yang keluar terserap udara di sekitarnya dan udara ini menjadi lembab oleh uap air yang diserap dari kayu. Udara lembab ini kemudian dihisap masuk ke dalam mesin untuk disaring melalui proses pendinginan udara. Air kondensasi di buang keluar dan udara kering disalurkan masuk kembali ke dalam ruang oven untuk menyerap air lagi. Sedang sistem pengering vakum

menggunakan dasar hisapan dan penekanan udara untuk mengevaporasi kandungan air dalam kayu.

Sistem konvensional (*conventional kiln dryer*) atau sering disebut sistem pengeringan konveksi. Pengeringan konveksi pada prinsipnya dilakukan di sebuah ruangan dimana unsur-unsur yang terlibat dalam pengeringan dikondisikan pada tingkat tertentu untuk dilewatkan di sekeliling kayu. Skema prinsip pengeringan secara konveksi dapat dilihat pada gambar 2.6 sebagai berikut;

Gambar 2.6. Prinsip *Kiln Dryer*





Menurut Budiyanto (1999), ciri mesin pengering dengan sistem konvensional adalah sebagai berikut:

1. Mempunyai elemen panas dan kipas penggerak.
2. Mempunyai instrumen pengendali kipas, temperatur dan pembuangan udara lembab.
3. Udara lembab langsung dibuang dan digantikan oleh udara dari luar ruang, tanpa adanya proses kondensasi untuk menyaring dan memisahkan udara kering dan air.
4. Temperatur yang dibutuhkan relatif tinggi, serta dibutuhkan media pemanas elemen.

Berdasarkan ciri-ciri pengering konvensional tersebut diatas, maka menurut Sunaryo (1998), instrumen-instrumen yang digunakan pada alat pengering sistem ini antara lain adalah; tungku, kipas-kipas, instrumen kontrol dan lain-lain.